

PCT/JP 2004/010535

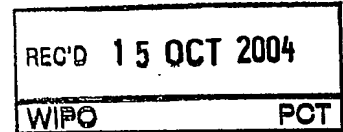
日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

23.08.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 3 年 7 月 1 8 日



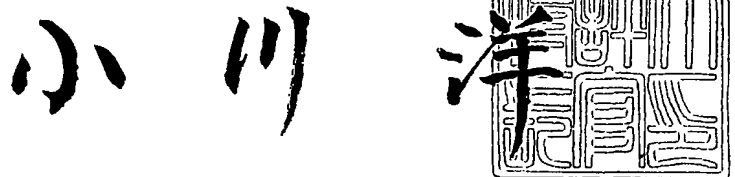
出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 1 9 9 3 8 9  
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 9 9 3 8 9]

出 願 人  
Applicant(s): 住友電気工業株式会社

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 9 月 3 0 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 8 7 4 1 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 103I0208

【提出日】 平成15年 7月18日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01R 13/02  
C22C 5/06

【発明の名称】 電気接点

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式  
会社 伊丹製作所内

【氏名】 上西 昇

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式  
会社 伊丹製作所内

【氏名】 胡間 紀人

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式  
会社 伊丹製作所内

【氏名】 鈴木 恭彦

【特許出願人】

【識別番号】 000002130

【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100083910

【弁理士】

【氏名又は名称】 山本 正緒

【電話番号】 03-5440-2736

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 039033

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9716021

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電気接点

【特許請求の範囲】

【請求項1】 Snを1～9質量%含み、不純物としてのCdが1質量%未満であるAg合金からなり、少なくとも表面における平均硬度がJISに規定されるマイクロビッカース基準で150mHv以上であることを特徴とする電気接点。

【請求項2】 表面の平均硬度が150mHv以上である表面層と、該表面層よりも硬度の低い内部層との2層構造からなり、表面層の厚みが10μm以上であることを特徴とする、請求項1に記載の電気接点。

【請求項3】 前記表面層中のSn含有量が、前記内部層中のSn含有量と同じか又はそれより多いことを特徴とする、請求項1又は2に記載の電気接点。

【請求項4】 Sn以外の添加成分として、In、Sb、Ca、Bi、Ni、Co、Zn、Te、Cr、Pbの群から選ばれた少なくとも1種の元素を含むことを特徴とする、請求項1～3のいずれかに記載の電気接点。

【請求項5】 前記表面層の平均硬度が160mHv以上であることを特徴とする、請求項1～4のいずれかに記載の電気接点。

【請求項6】 前記表面層の平均硬度が180mHv以上であることを特徴とする、請求項5に記載の電気接点。

【請求項7】 前記表面層の平均硬度が190mHv以上であることを特徴とする、請求項6に記載の電気接点。

【請求項8】 前記表面層の平均硬度が220mHv以上であることを特徴とする、請求項7に記載の電気接点。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、主として配線遮断器、ノーヒューズブレーカー、漏電遮断器、サーキットブレーカー、安全ブレーカー、分電盤用ブレーカー（以下、これらをまとめて単にブレーカーと言う）や、リレー、電磁開閉器に有用な電気接点、並びに

この電気接点を用いたブレーカー等に関する。

#### 【0 0 0 2】

##### 【従来の技術】

ブレーカーや、負荷の高い電磁開閉器、例えば定格 3 5 A 以上の電磁開閉器などに用いる電気接点の材料には、従来から C d、S n、I n などの酸化物が分散した A g 合金が広く使われてきた。特に、C d 酸化物が分散した A g 合金や S n 酸化物が分散した A g 合金は、この種の電気接点に最適であり、ブレーカーや電磁開閉器に広く使用されている。

#### 【0 0 0 3】

しかしながら、C d 化合物には毒性の問題があるため、これに代わる電気接点材料の開発が望まれている。例えば、S n、I n などの酸化物が分散した、いわゆる C d フリーの A g 合金からなる接点材料の開発が近年になって強く望まれるようになり、数多くの材料が開発され、数多くの電気機器に使われるようになっている。

#### 【0 0 0 4】

この C d フリーの A g 合金からなる電気接点は、温度特性が重視される比較的低負荷の電気機器や、接触抵抗を問題とする軽負荷の開閉器には適している。しかしながら、より高負荷な、例えば定格電流が 1 0 A 以上を要求されるブレーカー用の電気接点として用いる場合には、大きな遮断電流が接点に流れるため、絶縁特性と呼ばれる特性が低下し、使用に耐えなくなる。この傾向は、定格電流の高い、例えば 3 5 A F 以上の電磁開閉器においても、負荷される電流のために絶縁特性が低下するという問題が起る。

#### 【0 0 0 5】

また、接点の特性上のバラツキ、例えば、ロウ付け性や消耗特性の安定性、特に、たまに発生する異常値的なロウ付け強度の低いものや消耗性の低いものについても、C d フリー接点の問題になっており、これも使用範囲が限られる原因の一つになっている。例えば、定格電流が 1 0 A 以上、遮断電流 1 . 5 K A 以上のブレーカーの多くが、現在でも C d を 1 0 質量% 以上含有した電気接点を使っており、他方 C d フリーの A g 合金からなる電気接点は、主に軽負荷な一部のマグ

ネットスイッチやリレーなどに通常使われているのみである。

#### 【0006】

このような現状から、絶縁特性が良く、特性のバラツキが少なく、特にロウ付け性や消耗特性の安定性が確保できる接点を、コスト的に安く作製することが望まれている。

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、このような事情に鑑み、毒性に問題の無いCdフリーのAg合金からなり、絶縁特性が良く、ロウ付け性や消耗特性の安定性が確保でき、その異常値発生確率が小さくバラツキの少ない電気接点を提供することを目的とする。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明が提供する電気接点は、Snを1～9質量%含み、不純物としてのCdが1質量%未満であるAg合金からなり、少なくとも表面における平均硬度がJISに規定されるマイクロビッカース基準で150mHv以上であることを特徴とする。ここで、表面とは、2つの開閉する電気接点の互いに接触する側の面を言う。

#### 【0009】

上記本発明の電気接点は、表面の平均硬度が150mHv以上である表面層と、該表面層よりも硬度の低い内部層との2層構造からなり、表面層の厚みが10μm以上であることを特徴とする電気接点であってよい。また、前記表面層中のSn含有量が、前記内部層中のSn含有量と同じか又はそれより多いことを特徴とする。

#### 【0010】

上記本発明の電気接点においては、Sn以外の添加成分として、In、Sb、Ca、Bi、Ni、Co、Zn、Te、Cr、Pbの群から選ばれた少なくとも1種の元素を含むことができる。

#### 【0011】

また、上記本発明の電気接点においては、前記表面層の平均硬度が160mH

v以上であることが好ましく、前記表面層の平均硬度が180mHv以上であること、更には190mHv以上であることがより好ましい。また、前記表面層の平均硬度が220mHv以上の場合には、非常に優れた効果を発揮する。

#### 【0012】

##### 【発明の実施の形態】

本発明の電気接点は、Snを1～9質量%含むAg合金からなり、不可避免の不純物として含まれる場合でもCdは1質量%未満であって、Cdフリーの電気接点である。Snの含有量を1～9質量%とするのは、1質量%未満では絶縁特性や他の特性のバラツキが大きくなり、またCdフリー接点として基本的に具備すべき他の特性が劣化するからであり、9質量%を超えると接点の製造が困難になるからである。Snの含有量は、好ましくは2～7質量%である。尚、Cdフリーの観点から、Cdの含有量は0.01質量%未満が好ましく、実質的にCdを含まなくても良い。

#### 【0013】

本発明の電気接点は、上記基本成分のAgとSnに加え、種々の性能を改善する目的で、In、Sb、Ca、Bi、Ni、Co、Zn、Te、Cr、Pbの群から選ばれた少なくとも1種の元素を含むことができる。特にInは、1～9質量%含有させると接点の製造が行いやすくなる。Inの含有量は、好ましくは3～8質量%である。尚、これらのSnやInなどの成分元素は、後述する成分元素も含めて、通常はAgマトリックス中に化合物として、特に酸化物の形態で分散される。

#### 【0014】

その他の添加成分とその望ましい含有量は、質量%単位で、Sbは0.05～2%、Caは0.03～0.3%、Biは0.01～1%、Niは0.02～1.5%、Coは0.02～0.5%、Znは0.02～8.5%、及びPb、Te、Crは何れも0.05～5%である。これらの各成分元素を含む場合、その含有量が上記の範囲外になると、ブレーカーの種類によっては耐溶着特性や温度特性が低下することがあり、また上記範囲の上限を超えるとブレーカーの種類によっては生産性が低下することがある。

## 【0015】

尚、上記した以外の元素であっても、本発明の目的の範囲内であれば、微量含むことができる。このような元素として、例えば、同じく質量%単位で、Ce、Li、Cr、Sr、Ti、Te、Mn、AlF<sub>3</sub>、CrF<sub>3</sub>、CaF<sub>2</sub>はいずれも5%以下、Ge及びGaは3%以下、Siは0.5%以下、Fe及びMgは0.1%以下の範囲で、それぞれ含むことができる。

## 【0016】

上記化学組成を有するCdフリーの電気接点について、少なくとも表面の平均硬度をマイクロビッカース基準で150mHv以上にするのは、このレベル未満になると絶縁特性やバラツキ特性が低下するからである。絶縁特性はCd系接点では頻繁に問題になり、またCdフリー接点でも若干Cd系よりも良い傾向にはあるが問題となっている。本発明により表面の平均硬度を150mHv以上とすることで、このCdフリー接点の絶縁特性に関する問題を改善することができる。また、Cdフリー接点においては消耗性が悪いことが多く、この点は実用化の大きな妨げとなっているが、この消耗性も表面の平均硬度を高くすることで解決することができる。

## 【0017】

また、一般にCdフリー接点は、材料としての物性バラツキが大きいため、例えば接合工程においても接合条件が安定せず、Cu又はその合金からなる台金との接合強度も安定せず、市場において接点とCu台金との脱落の問題があった。場合によっては、この接合強度のバラツキが上記消耗特性のバラツキの原因にもなっていた。また更に、消耗特性が悪い場合には、接点成分が大電流負荷により周辺に飛び散るために、絶縁特性を劣化させる原因にもなる。

## 【0018】

本発明の電気接点では、表面の平均硬度を150mHv以上とすることによって物性が安定し、上記した接合性等も改善され且つ安定化する。その結果、接点の諸特性は安定するので、異常値も発生しにくい利点がある。このように、絶縁性や消耗性だけでなく、接合性その他の諸特性を改善するためには、表面の平均硬度は高ければ高い程良く、好ましくは160mHv以上、より好ましくは1



80 mHv 以上、更に好ましくは 190 mHv 以上である。特に 220 mHv を超えると、実質上バラツキは殆どない状態になる。尚、マイクロビッカース硬度は、10 g 又は 25 g の荷重で測定することが望ましい。

#### 【0019】

本発明の電気接点においては、表面の平均硬度が 150 mHv 以上であれば良く、従って接点全体が同一硬度である場合を含む。また、表面の硬度には、分布があっても構わない。即ち、表面の一部、例えば中央部に、意図せずに Sn などの分散成分の含有量が少ない箇所、即ち硬度の低い部分が生じる場合があるが、そのような場合でも表面の平均硬度が 150 mHv 以上であれば良い。尚、本発明で「平均硬度」とは、JIS に規定されたマイクロビッカース硬度を接点の表面における任意の点で測定し、これを算術平均したものである。測定点の数は 30 点以上であることが望ましい。

#### 【0020】

また、本発明の望ましい形態として、平均硬度が 150 mHv 以上である表面層と、この表面層よりも硬度の低い内部層とからなる、2 層構造の電気接点がある。この場合の表面層の厚みは、10  $\mu$ m 以上であることが好ましく、20 ~ 120  $\mu$ m の範囲が更に好ましい。表面層の厚みが 10  $\mu$ m 未満では上記した諸特性の改善を得ることが難しく、また余りに厚いものは製造コストの面で好ましくない。尚、表面層の厚みとは、個々の接点表面に垂直な断面上において、光学顕微鏡で接点表面に平行な方向に 5 点で表面層の厚みを確認し、これを算術平均した値である。また、通常の製法で得られる Sn 酸化物を分散した Ag 合金の内部硬度は、高くても 145 mHv である。

#### 【0021】

表面層と内部層の硬度を制御する方法として、両者の化学組成を変える方法がある。例えば、表面層中の Sn の含有量を内部層よりも多くすることにより、表面層の硬度を内部層よりも確実に高くすることができる。ただし、本発明においては、表面層と内部層の化学組成が同じであって、表面層の硬度が内部層よりも高い場合も含まれる。このように、表面層と内部層の化学組成が同一でありながら硬度レベルが異なるのは、それぞれの微細組織が制御されているからである。

このような微細組織の制御による硬度の制御方法については、後述する接点の製造方法に関連して詳しく説明する。勿論、例えば  $S_n$  濃度が表面層の方が反対に低いものも、本発明の接点に含まれる。

#### 【0022】

尚、本発明の電気接点のように表面と内部で異なる性質の材料を用いた例としては、例えば、特開昭 58-189913 号公報、特開昭 62-97213 号公報及び特開昭 61-114417 号公報の例がある。しかし、これらの電気接点は、その複合化の構成や作用効果などが本発明の接点とは基本的に異なり、本発明が目的とする諸特性の改善は得られない。

#### 【0023】

本発明の電気接点は、用途に応じて、例えばブレーカーに組み込むために、台金等の他の部材と接続する必要がある。その場合には、台金等の他の部材との接続を容易にするため、接点の表面とは反対側の裏面に、純  $Ag$ 、ロウ材などの金属からなる薄い接続層を設けることができる。尚、この接続層は、通常この種の目的で配設される金属層と同じような形態であればよい。また、電気接点と台金等の他の部材との接合は、通常は上記のごとく接続層を介して行うが、電気接点となる  $Ag$  合金を台金等の上に直接生成させるか、若しくは台金と一体に成形することもできる。

#### 【0024】

図 1～図 3 に、本発明による表面層と内部層とを有する電気接点の代表例を示す。図 1 の接点は、内部層 1 と、その表面側にのみ形成された表面層 2 とからなる典型的な例であり、内部層 1 の裏面側には接続層 3 が設けてある。図 2 の接点では、内部層 1 の表面側と裏面側及び側面を全て取り囲むように表面層 2 が設けてある。また、図 3 の接点では、内部層 1 の表面側と側面を取り囲むように表面層 2 が設けてある。尚、図 2～3 の接点においても、接点の裏面には接続層 3 が設けてある。

#### 【0025】

次に、本発明の電気接点の製造方法について説明する。本発明の硬い表面を持つ電気接点は、粉末冶金法によって作ることができる。例えば、予め  $S_n$  や  $I_n$

などの微細な酸化物や他の化合物、又は加熱によって酸化物又は他の新たな化合物となる  $S_n$ 、 $I_n$  の化合物と、 $Ag$  粉末とを、所定組成にて配合・混合した後、必要により熱処理する。同様にして化学組成、即ち混合比率の異なる混合粉末を作製し、次に作製したこれら 2 種類の混合粉末を積層し、粉末成形してプリフォームとした後、焼結する。焼結後加工として、熱間押出、熱間又は冷間ロール等の圧延、熱間鍛造など、各種の塑性加工が適用できる。必要に応じて、圧延以降に適宜熱処理や、形状を調整する工程等を入れることができる。原料粉末の組成や細かさ、焼結後加工や熱処理条件の工夫によって、硬い表面層を有する接点を得られ、接点の諸特性の制御が可能になる。

#### 【0026】

また、下地となる接点の内部層を粉末冶金法や溶解法で作製した後、その上に表面層を溶射、厚膜蒸着（ $CVD$  等）、厚膜印刷・焼付等の冶金的な様々な手段によって形成することもできる。更に、予め別途作製した表面層と内部層を接合することもでき、その場合の接合には、例えば、熱間静水圧成形法による拡散接合、熱間押出法など種々の手段が適用できる。更に、熱処理を施すことにより各層の微細組織を意図的に制御して、それぞれ所望の硬度に変えることもできる。

#### 【0027】

また、本発明の電気接点を溶解法により製造する場合には、例えば、まず表面層及び内部層それぞれの化学組成となるように溶解・鑄造し、得られたインゴットを粗圧延した後、2 種の圧延材を熱間圧着して張り合わせる。その際又はその後、必要に応じて上記した純  $Ag$  などの薄い接続層を圧着する。これを更に圧延して所定の厚みのフープ状にした後、同フープを打ち抜き（又は更に成形し）、最終形状に近いサイズの  $Ag$  合金複合材とし、更にこの素材を内部酸化して  $S_n$ 、 $I_n$  などの金属成分を酸化物に転換する。尚、溶解・鑄造に先立ち、成分元素の酸化物以外の化合物を含ませることもできる。

#### 【0028】

上記のような張り合わせ以外の方法として、1 種類の圧延材を用いても、圧延以降に適宜熱処理や形状を調整する工程等を入れることにより、微細組織を意識的に制御して、表面層の硬度を高くしたり、各層の材料特性やそのレベル等を変

えたりすることができる。また、熱処理の一環として、酸化初期における酸化温度を600℃程度の低温とし、その低温で例えば2時間保持後に、750℃といった高温で酸化することも方法の一つである。勿論、硬い合金を得るために、より長時間、場合によっては酸化が終了するまで低い温度で保持しても良い。

#### 【0029】

電気接点の硬度の制御手段には、上記以外にも、例えば以下の方法がある。上述した方法によって複合接点を準備し、その表面層だけを急熱・急冷し、表面層の残留応力を内部層のそれよりも大きくする方法や、表面にショットブラスト加工を施して加工硬化する方法がある。また、Ag合金板に熱間圧延、冷間圧延に加え熱処理を施す、いわゆるサーモメカニカルプロセッシング（熱加工処理）を行った後、温度をコントロールして内部酸化を行って、表面層に内部層よりも微細な酸化粒子を析出させ、表面の硬度を高める方法もある。

#### 【0030】

更に、上述の圧延加工により表面層と内部層、必要に応じて接合層を張り合わせる方法において、表面層と内部層を同じ化学組成とし、表面層と内部層の鍛錬加工比を異なった条件にしておくことにより、両層を同一化学組成であって異なる硬度とする方法がある。尚、以上の硬度の制御手段は、特に表面層と内部層とが同じ化学組成のものに適用すると有効である。

#### 【0031】

##### 【実施例】

##### （実施例1）

下記表1に示す表面層と内部層としての化学組成を有する2種のAg合金を、それぞれ溶解・鑄造してインゴットを作製した。これらをそれぞれ粗加工した後、表面層と内部層のインゴットを重ね合わせ、アルゴン雰囲気中にて850℃で熱間ロールによって接合し、2層のAg合金からなる複合素材を作製した。得られた複合素材を、いずれも同じ条件下で予備加熱した後、最終的に全体の厚みの1/10の厚みの接合層となるように、薄い純Ag板を表面層と反対側の内部層裏面に熱間圧着した。

#### 【0032】

その後、冷間圧延してフープ状素材とし、これを打ち抜いて、幅 7.5 mm、長さ 8 mm、厚み 2 mm の形状 A と、幅と長さが 5 mm、厚み 1.5 mm の形状 B との、2 つの形状の複合接点チップを作製した。得られた各チップを 15 気圧の酸素雰囲気中にて 750℃ で 210 時間保持して、表 1 に示す試料 1～34 の各接点を作製した。得られた各試料の接点について、マイクロビッカース基準による表面層の平均硬度と、表面層の厚みを下記表 1 に示した。尚、内部層の硬度は表 1 に示していないが、全体が同一硬度の試料 27 及び内部層の方が高硬度の試料 33 を除き、内部層の硬度は表面層よりも低くなっている。

### 【0033】

平均硬度の測定は、各試料の接点の表面に垂直な方向の断面上において、表面層と内部層それぞれの域内で、それぞれの厚み方向に各層の上下端付近を含め 5 点ずつマイクロビッカース硬度を測定し、試料の中央付近においてこの作業を 6 ヶ所行った。これら 30 点の測定値の算術平均値を各層の平均硬度とした。尚、表面層の厚みが狭い場合には、接点表面に平行な方向に 30 点の測定を行った。また、同じ断面上の中央付近にて、チップ表面に平行な方向に 5 点で表面層の厚みを測定し、それら 5 点の測定値の算術平均値をもって表面層の厚みとした。

### 【0034】

【表 1】

試料	表面層組成(質量%)			内部層組成(質量%)			表 面 層	
	Sn	In	他	Sn	In	他	硬度(mHv)	厚み( $\mu\text{m}$ )
1*	0.8	0.9	—	1.2	1.2	—	140	40
2	1.5	1.2	—	1.0	1.2	—	150	40
3	2.4	2.2	—	2.2	2.1	—	165	40
4	2.9	8.0	—	2.2	2.1	—	173	50
5	9.0	3.1	—	8.6	2.1	—	270	50
6	3.4	3.4	—	3.2	3.1	—	185	50
7	5.0	5.0	—	4.4	5.0	—	193	50
8	7.0	5.0	—	6.0	5.0	—	224	50
9	8.0	5.0	—	7.8	5.0	—	305	50
10*	9.2	8.2	—	9.1	8.1	—	310	50
11	1.2	1.2	Sb	1.2	1.2	Sb	151	50
12	2.3	2.2	Sb	2.2	2.1	Sb	188	50
13	2.3	9.0	Sb	2.2	2.1	Sb	192	50
14	9.0	3.1	Sb	2.2	2.1	Sb	260	50
15	3.4	3.4	Ni	3.2	3.1	Ni	223	50
16	5.0	5.0	Ni	5.0	5.0	Ni	299	50
17	9.0	9.0	Bi	9.0	8.9	Bi	300	50
18*	9.2	9.2	Bi	9.0	9.1	Bi	320	50
19	5.0	5.0	Sb 等	5.0	5.0	Sb 等	300	8
20	5.0	5.0	Sb 等	5.0	5.0	Sb 等	287	11
21	5.0	5.0	Sb 等	5.0	5.0	Sb 等	286	26
22	5.0	5.0	Sb 等	5.0	5.0	Sb 等	286	32
23	5.0	5.0	Sb 等	5.0	5.0	Sb 等	286	70
24	5.0	5.0	Sb 等	5.0	5.0	Sb 等	286	118
25	5.0	5.0	Sb 等	5.0	5.0	Sb 等	286	360
26	5.0	5.0	Sb 等	5.0	5.0	Sb 等	286	950
27	5.0	5.0	Sb 等	5.0	5.0	Sb 等	286	接点厚み
28	5.0	5.0	Sb 等	5.0	5.0	Sb 等	303	
29	5.0	5.0	Sb 等	5.0	5.0	Sb 等	315	50
30	2.0	3.0	Ni 等	2.0	3.0	Ni 等	170	50
31*	2.0	3.0	Ni 等	2.0	3.0	Ni 等	140	50
32	4.0	—	Ni 等	4.0	—	Ni 等	270	50
33*	1.8	—	—	7.8	—	—	140	50
34*	3.4	3.4	—	—	3.1	—	130	200

(注) \* を付した試料は比較例である。

【0035】

尚、表 1 に示す各試料の組成において、試料 11～18 の他成分 Sb、Ni、Bi の量は、いずれも 0.2 質量%である。また、試料 19～32 の表面層と内

部層は、いずれも化学組成が同じである。そして、試料 19～27 の両層の他成分とその量は、Sb、Co、Zn がいずれも 0.05 質量%、Ni が 0.2 質量% である。試料 28 の両層の他成分とその量は、Sb、Pb、Ni、Bi、Co、Zn がいずれも 0.1 質量%、Ca が 0.2 質量% である。試料 29 の両層の他成分とその量は、Sb、Ni、Ca、Bi、Co、Zn がいずれも 0.1 質量%、Pb が 0.5 質量% である。更に、試料 30～32 の両層の他成分とその量は、Ni、Zn がいずれも 0.2 質量% である。

#### 【0036】

試料 1～10 は Sn と In の量を変化させて各層の硬度を制御した試料群、試料 11～18 は Sn と In の量を変えると共に、他成分を更に添加した試料群、試料 19～27 は表面層の厚みを変化させた試料群である。尚、試料 27 では、接点全体が同じ硬度であるため、表面層の厚みを接点厚みと表記とした。また、試料 19～30 は表面層と内部層が同一化学組成であり、その内の試料 27 以外は表面層と内部層の製造過程において表面層の圧延加工比を内部層の 50% 増しとすると共に、圧延加工の途中において真空中で素材を  $450^{\circ}\text{C} \times 30$  分の比較的低温にて短時間焼鈍することにより作製し、また硬度を更に高くするように酸化後にショット加工を施すことにより、表面層の硬度を制御した試料群である。尚、試料 31 は硬度が 140 mHv 未満の例であり、試料 32 は In を含まない例である。

#### 【0037】

また、試料 33 は特開昭 61-114417 号公報、試料 34 は特開昭 58-189913 号公報の記載に基づいて作製した試料である。即ち、試料 33 の接点は、表 1 に示す組成の表層面と内部層の各 Ag 合金を溶解鑄造し、熱間圧着・圧延した後、打ち抜きして作製した接点を、1 気圧の酸素雰囲気にて  $780^{\circ}\text{C}$  で 210 時間保持して酸化処理したものである。試料 34 の接点は、表面層と内部層の各 Ag 合金を溶解鑄造し、互いの合わせ面上に水平方向に 1 mm ピッチで深さ 0.5 mm の凹凸を形成し、両層の凹部と凸部を互いに噛み合わせた状態で  $400^{\circ}\text{C}$  に加熱しながら  $2\text{ ton/cm}^2$  で加圧して熱間圧着した後、冷間圧延し、更に 1 気圧の酸素雰囲気にて  $650^{\circ}\text{C}$  で酸化処理したものである。

## 【 0 0 3 8 】

次いで、図 4 に示す形状の固定側及び可動側の電気銅製台金を準備し、形状 A の接点チップ 5 を固定側台金 7 に、形状 B の接点チップ 4 を可動側台金 6 に、それぞれ銅ろう付けした。その後、定格 AC 3 0 ～ 5 0 A フレームの漏電遮断器（以下ブレーカーと略記する）に固定した。このようなブレーカーアッセンブリーを、各試料の接点对毎に各 3 台用意した。試料 1 ～ 3 4 の全てのアッセンブリーを使って、2 2 0 V 負荷状態で、3 0 A フレームの場合は 1. 5 K A の遮断電流で、5 0 A フレームの場合は 5 K A の遮断電流で、それぞれ遮断試験を行って絶縁特性を確認した。絶縁特性は、電源負荷間の抵抗値を測定し、その最低値を下記表 2 に示した。また、元の接点と遮断試験後の接点の消耗状態を比較して、接点の消耗状態のバラツキを 1 0 点満点で評価した。

## 【 0 0 3 9 】

同様にして、電磁開閉器についても、接点の消耗状態のバラツキ特性を確認した。即ち、試料 1 ～ 3 4 の各接点を用いた 4 0 0 A F 定格の電磁開閉器にて、4 0 0 0 A の遮断試験を行うと共に、2 4 0 0 A にて閉又は 4 0 0 A で開の動作で開閉を 1 0 万回行った。各試験前後の比較において、接点消耗量のバラツキの度合いを目視で確認し、消耗状態のバラツキの大きさを 1 0 点満点で評価した。また、これらの各試料を作製する段階で、台金に接点を接合する際の接点の接合性を、ろう流れ状態、接点表面に発生する割れ等の異常の有無、爆火と呼ばれる接合異常の発生状況により、1 0 点満点で評価した。上記の各評価結果を、下記表 2 に示した。

## 【 0 0 4 0 】



【表 2】

試料	ブレーカー試験結果		電磁開閉器試験 消耗バラツキ	接合性 バラツキ
	絶縁性(MΩ)	消耗バラツキ		
1*	0.4	1	2	4
2	2.7	5	5	7
3	16	6	6	8
4	25	7	7	8
5	80	9	8	9
6	71	8	8	8
7	∞	9	10	8
8	∞	9	10	9
9	70	8	7	7
10*	50	4	6	4
11	3.4	6	6	8
12	56	7	8	8
13	35	8	8	8
14	55	8	8	8
15	∞	9	8	8
16	∞	9	9	8
17	33	6	6	6
18*	16	4	5	3
19	58	5	7	5
20	59	7	7	7
21	68	8	8	7
22	69	8	8	7
23	80	8	8	7
24	87	8	8	8
25	90	8	8	9
26	∞	8	8	10
27	∞	9	8	9
28	80	7	7	7
29	80	8	9	7
30	18	7	6	8
31*	7.3	4	4	6
32	40	6	8	8
33*	0.4	5	4	4
34*	0.3	2	2	4

(注) \* を付した試料は比較例である。

【0041】

以上の結果から、以下のことが分かる。(1) 表面層のS<sub>n</sub>濃度を1～9質量

%の範囲内に制御し、JIS規定のマイクロビッカース基準の硬度を表面層の平均値で150mHv以上とし、更に好ましくは表面層の厚みを10 $\mu$ m以上に制御した本発明の接点を用いたブレーカーや電磁開閉器は、上記総合評価において充分実用可能な範囲内にある。一方、上記範囲外の比較例の接点を用いたブレーカーや電磁開閉器は、総合評価において実用レベルに達していない。(2) Sn及びInに加え、他の成分を少量含んだ場合でも同様のことが言える。(3) 特開昭61-114417号公報及び特開昭58-189913号公報の記載に基づいて作製した各接点は、特段の硬度を制御する処理を行っていないため、表面の硬度レベルが本発明の範囲外となり、共に総合的に実用レベルの性能が得られなかった。

#### 【0042】

##### (実施例2)

上記表1の試料3、8及び9と表面層及び内部層の化学組成が同じ複合接点を作製した。ただし、内部層は実施例1と同じ鋳造圧延法にて形成し、表面層は減圧プラズマ溶射法にて形成した。即ち、まず内部層と同じ化学組成のAg合金からなる圧延素材を実施例1と同様に溶解鋳造した後、実施例1と同様に片方の面に薄い純Agの接続層を熱間圧着し、圧延してフープ形状とした。得られたそれぞれのフープ材から、幅7.5mm、長さ8mm、厚み約2mmの形状Cと、長さ5mm、厚みが約1.5mmの形状Dの素材を打ち抜き、実施例1と同様に酸化して、内部層の素材とした。

#### 【0043】

その後、それぞれの素材を真空チャンバー内に接続層を裏面にして置き、表側の面上に以下のようにして表面層を形成した。即ち、上記試料3、8及び9の表面層と同じ化学組成であり、サブミクロンから2 $\mu$ mまでの粒度分布を有するAg合金プレアロイ粉末を原料として準備した。フィード用のキャリアガスとしてアルゴンガスを使い、用意したプレアロイ粉末を減圧プラズマ溶射法によって上記内部層素材の表面に吹き付けて固着させ、表面層を形成した。尚、溶射中には溶射ガンの先端を自動的に揺動させ、溶射される表面層が均質になるようにした。また、表面層と内部層の密着度を上げるため、溶射前に内部層の表面を予めプ

ラズマ炎に曝した。

#### 【0044】

得られた複合化素材を実施例1と同じ条件で酸化して、試料35～37の接点チップを得た。いずれの接点チップも最終的な表面層の厚みは50 $\mu$ mであり、純Agの接合層の厚みは総厚みの約1/10であった。得られた接点チップの表面層の平均硬度を実施例1と同様に確認した。また、実施例1と同様に各接点チップを同型のブレーカー及び電磁開閉器に組み付け、実施例1と同様に電気試験を行った。得られた結果を、下記表3に示した。

#### 【0045】

【表3】

試料	表面層		ブレーカー試験結果		電磁開閉器 試験の消耗 バラツキ	接合性 バラツキ
	硬度 (mHv)	厚み ( $\mu$ m)	絶縁性 (M $\Omega$ )	消耗バラ ツキ		
35	168	50	16	7	6	8
36	290	50	$\infty$	8	10	8
37	301	50	70	8	8	7

#### 【0046】

上記の結果から、表面層を溶射法で形成する方法によっても、実施例1の鑄造法と同様に、表面層と内部層の化学組成が同じであり、且つ表面層の平均硬度が150mHv以上の複合電気接点の製造が可能であること、更にこの接点を使用することによって実用上優れたブレーカーの提供が可能であることが分かる。

#### 【0047】

(実施例3)

上記表1の試料1、2及び6と表面層及び内部層の化学組成が同じ複合電気接点を作製した。ただし、内部層は実施例1と同じ鑄造圧延法にて形成し、その上に表面層を蒸着法にて形成した。即ち、内部層と同じ化学組成のAg合金からなる圧延素材を実施例1と同様に溶解鑄造した後、実施例1と同様に片方の面に薄い純Agの接合層を熱間圧着し、更に圧延してフープ形状とした。得られた各フープ材から実施例2の形状Cと形状Dの素材を打ち抜きし、酸化して内部層の素材とした。

## 【0048】

その後、それぞれの素材を真空チャンバー内に純Agの接続層を裏面にして置き、表面上に以下のようにして表面層を形成した。まず、表1の試料1、2及び6の表面層と同じ化学組成のターゲットを用意した。真空チャンバー内の温度はSnの再蒸発を防ぐため180℃に保ち、圧力は数Torr～数十Torrのアルゴンガス分圧に保持しつつ、上記ターゲットを使ってマグネトロンスパッタ法で蒸着し、内部層表面に同ターゲットと同じ組成の表面層を形成した。尚、表面層と内部層の密着度を上げるため、蒸着前に内部層の表面を予め高周波によって発生させたイオンによりクリーニングを施した。

## 【0049】

得られた各複合化素材を実施例1と同じ条件で酸化し、試料38～40の接点チップとした。いずれの接点チップも最終的な表面層の厚みは30 $\mu$ mであり、純Agの接続層の厚みは総厚みの約1/10であった。得られた接点チップの表面層の平均硬度を実施例1と同様に確認した。また、実施例1と同様にして各接点チップを実施例1と同型のブレーカー及び電磁開閉器に組み付け、実施例1と同様に電気試験を行った。得られた結果を、下記表4に示す。

## 【0050】

【表4】

試料	表面層		ブレーカー試験結果		電磁開閉器 試験の消耗 バラツキ	接合性 バラツキ
	硬度 (mHv)	厚み ( $\mu$ m)	絶縁性 (M $\Omega$ )	消耗バラツキ		
38*	143	30	0.4	2	1	3
39	155	30	3.7	6	5	7
40	187	30	80	8	8	8

(注) \* を付した試料は比較例である。

## 【0051】

この結果から、表面層を蒸着法で形成する方法によっても、実施例1の鋳造法と同様に、表面層と内部層の化学組成が同じであり、且つ表面層の平均硬度が150mHv以上の複合電気接点の製造が可能であること、更にこの接点を用いることによって実用上優れたブレーカーの提供も可能であることが分かる。

## 【0052】

## (実施例4)

上記表1の試料19及び20の内部層と化学組成が同じ複合接点素材を、実施例1と同様に、溶解鑄造、純Ag接続層の圧着、冷間圧延法にて作製した。これらの素材を表面層を上にしてショットブラストチャンバー内に配置した後、その表面のみを#120のアルミナビーズによって選択的にショットブラスト加工を施した。その際の条件は、通常のショットブラスト仕上げ加工とは異なり、6 kgf/cm<sup>2</sup>の高い投射圧で30分とした。

## 【0053】

その後、実施例1と同様に750℃で210時間保持して内部酸化を施し、試料41、42の接点チップとした。最終的な接点チップの組み合わせサイズは実施例1と同じであり、表面層の厚みはいずれも20 μmであり、純Ag層の厚みは総厚みの約1/10であった。各接点チップの表面層の平均硬度を実施例1と同様に確認した。また、各接点チップを実施例1と同様にして同型のブレーカー及び電磁開閉器に組み付け、実施例1と同様に電気試験を行った。得られた結果を、下記表5に示す。

## 【0054】

【表5】

試料	表面層		ブレーカー試験結果		電磁開閉器 試験の消耗 バラツキ	接合性 バラツキ
	硬度 (mHv)	厚み (μm)	絶縁性 (MΩ)	消耗バラツキ		
41		20	50	5	5	5
42		20	57	7	7	7

## 【0055】

この結果から、内部層と表面層を溶解鑄造法で形成し、更にその表面層の表面を加工硬化する方法によっても、平均硬度が150 mHv以上の複合電気接点の製造が可能であること、更にこの接点を用いることによって実用上優れたブレーカーの提供も可能であることが分かる。

## 【0056】

## (実施例5)

上記表1の試料1～4、6、7、16、21、25～27と表面層及び内部層の化学組成が同じ複合電気接点を作製した。ただし、表面層と内部層を実施例1と同様に溶解鑄造法により別々に作製し、表面層となる素材に圧下率50%の強加工を冷間で加えた後、これらを熱間圧着し、更に内部層の裏面側に薄い純Ag層を熱間圧着し、全体を圧延加工してフープ素材とした。これを $10^{-5}$  Torr以下の真空中にて300℃で2時間焼鈍した後、実施例1と同じサイズの2種の形状に打ち抜いて複合素材を得た。得られた各複合素材を実施例1と同様に酸化処理し、試料43～53の接点チップとした。

#### 【0057】

最終的なチップの組み合わせサイズは実施例1と同じであり、表面層の厚みは表1の対応する各試料の厚みと±2%以内で同じになるようにした。得られた各試料の表面層の平均硬度は表1の対応する各試料の硬度より10～20mHvだけ高い値となった。純Agの接続層の厚みは、いずれも総厚みの約1/10であった。各接点チップを実施例1と同様に同型のブレーカー及び電磁開閉器に組み付け、実施例1と同様に電気試験を行った。得られた結果を、下記表6に示す。

#### 【0058】

また、上記試料43～53と同一の化学組成であるが、上記のように表面層と内部層の2枚の溶解鑄造材を熱間圧着するのではなく、表面層の化学組成を有する1枚の溶解鑄造材を用い、これを薄い純Agの接続層と熱間圧着した後、上記と同様の工程で酸化処理を行って、試料54～64の接点チップを作製した。ただし、上記酸化処理の際には、酸化初期における酸化温度を600℃とし、後に750℃で酸化する方法にて行った。また、表面層の厚みと平均硬度は、表1の対応する各試料の厚み及び平均硬度と±2%以内で同じになるように、低温での酸化温度と酸化時間をコントロールした。

#### 【0059】

得られた試料43～64の各接点チップについて、実施例1と同様に同型のブレーカー及び電磁開閉器に組み付け、実施例1と同様に電気試験を行った。得られた結果を、下記表6に示す。

#### 【0060】

【表 6】

試料	ブレーカー試験結果		電磁開閉器試験 消耗バラツキ	接合性 バラツキ
	絶縁性(MΩ)	消耗バラツキ		
43*	0.4	2	3	4
44	3.7	5	5	7
45	16	6	6	8
46	29	7	7	8
47	88	8	8	8
48	∞	9	10	8
49	∞	9	9	8
50	74	8	8	7
51	98	8	8	9
52	∞	8	8	10
53	∞	9	8	9
54*	0.4	1	2	4
55	2.9	5	6	7
56	15	6	6	8
57	26	7	7	8
58	81	8	8	8
59	∞	9	10	8
60	∞	9	9	8
61	67	8	8	7
62	93	8	8	9
63	∞	8	8	10
64	∞	9	8	9

(注) \* を付した試料は比較例である。

## 【0061】

この結果から、溶解鑄造法による上記方法によっても、平均硬度が150mHv以上の複合電気接点の製造が可能であること、更にこの接点を用いることによって実用上優れたブレーカーの提供も可能であることが分かる。

## 【0062】

## (実施例6)

上記表1の試料6及び8と表面層及び内部層の化学組成が同じ複合電気接点を作製した。ただし、実施例1と同様に表面層と内部層の組成を有する各素材を溶解鑄造し、板状に圧延した。次に、これらの板材を張り合わせ、両素材間の気密性を保持するため、予め張り合わせ部分をミクロ溶接した後、大気中にて800

℃で加熱し、押出比（断面積比）80にて熱間押出成形した。押出された複合化素材の内部層裏面側に薄い純Agの接続層を実施例1と同じ条件で熱間圧着し、更に圧延した後、実施例1と同じサイズの2種の形状に打ち抜いた。得られた複合化素材を実施例1と同様に内部酸化し、試料65～66の接点チップを得た。

### 【0063】

最終的なチップの組み合わせサイズは実施例1と同じであり、表面層の厚みはいずれも50 $\mu$ m、純Agの接続層の厚みはいずれも総厚みの約1/10であった。試料65～66の各接点チップについて、表面層の平均硬度を実施例1と同様に確認した。また、各接点チップを実施例1と同様に同型のブレーカー及び電磁開閉器に組み付け、実施例1と同様に電気試験を行った。得られた結果を、下記表7に示す。

### 【0064】

【表7】

試料	表面層		ブレーカー試験結果		電磁開閉器 試験の消耗 バラツキ	接合性 バラツキ
	硬度 (mHv)	厚み ( $\mu$ m)	絶縁性 (M $\Omega$ )	消耗バラツキ		
65	198	50	76	8	8	8
66	299	50	$\infty$	9	10	8

### 【0065】

この結果から、溶解鑄造法で作製された表面層と内部層を張り合わせた後、熱間押出・圧延することによって、実施例1と同様に、表面層と内部層の化学組成が同じであり、且つ表面層の平均硬度が150mHv以上の複合電気接点の製造が可能であること、更にこの接点を用いることによって実用上優れたブレーカーの提供も可能であることが分かる。

### 【0066】

(実施例7)

上記表1の試料8及び15と表面層及び内部層の化学組成が同じ複合電気接点を、粉末冶金法によって作製した。即ち、これらに対応する化学組成のAg合金粉末をそれぞれ用意し、ロータリーキルン内で実施例1と同じ雰囲気・温度条件で内部酸化した。その後、表面層と内部層が試料8及び15と同じ組成の組み合



わせとなるように、それぞれの粉末を積層して粉末成形し、直径 80 mm、総高さ 200 mm の円柱状プリフォームを作製した。その際、表面層に相当する部分は、全体の 1/10 となるようにした。

#### 【0067】

次に、このプリフォームをアルゴンガス中にて 800℃ で加熱し、直ちに熱間押出成形して板状にした。この押出体の内部層側の裏面に実施例 1 と同様に薄い純 Ag の接統層を熱間圧着し、更に圧延してフープ状とした後、実施例 1 と同じサイズの 2 種の形状に打ち抜いて、試料 67～68 の接点チップとした。最終的なチップの組み合わせサイズは実施例 1 と同じであり、純 Ag の接統層の厚みはいずれも総厚みの約 1/10 であった。

#### 【0068】

得られた試料 67～68 の各接点チップについて、表面層の平均硬度と表面層の厚みを実施例 1 と同様に確認した。また、これらの接点チップを実施例 1 と同様にして同型のブレーカー及び電磁開閉器に組み付け、実施例 1 と同様に電気試験を行った。得られた結果を、下記表 8 に示す。

#### 【0069】

【表 8】

試料	表 面 層		ブレーカー試験結果		電磁開閉器 試験の消耗 バラツキ	接合性 バラツキ
	硬度 (mHv)	厚み (μm)	絶縁性 (MΩ)	消耗バラ ツキ		
67	298	53	∞	9	10	8
68	260	60	∞	9	8	8

#### 【0070】

この結果から、粉末冶金法で作製された複合接点でも、表面層の平均硬度が 150 mHv 以上の複合電気接点の製造が可能であること、更にこの接点を用いることによって実用上優れたブレーカーの提供も可能であることが分かる。尚、上記いずれの試料も Cd 濃度は 0 質量%であったが、試料 1、4、5 及び 7 において Cd 濃度が 0.01 質量%、0.2 質量%の各接点を作製し、上記と同様の評価を行ったところ、いずれも硬度や性能にほとんど変わりはなく、バラツキの範囲内であった。

【0071】

## 【発明の効果】

本発明によれば、Snを含むAg合金からなるCdフリーの電気接点で、少なくとも表面層の平均硬度を150mHv以上に制御することによって、更に好ましくは表面層の厚みを10μm以上に制御することにより、従来CdフリーAg合金接点で問題であった絶縁性能とバラツキ性能が改善され、優れた特性を有する接点電気を提供することができる。従って、本発明の電気接点は、Cdフリーのため毒性に問題の無い接点として、従来のCd入りのAg合金からなる電気接点に代わって、ブレーカーや電磁開閉器に利用することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

本発明における電気接点の一具体例を示す概略の断面図である。

## 【図2】

本発明における電気接点の他の具体例を示す概略の断面図である。

## 【図3】

本発明における電気接点の別の具体例を示す概略の断面図である。

## 【図4】

本発明の電気接点を台金に取り付けた状態を示す概略の斜視図であり、(a)は可動側及び(b)は固定側を示す。

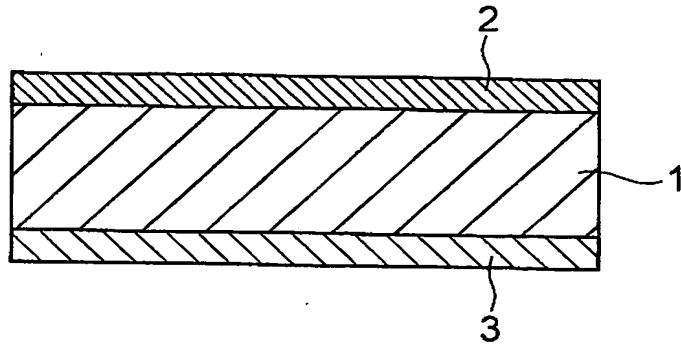
## 【符号の説明】

- 1 内部層
- 2 表面層
- 3 接極層
- 4、5 接点チップ
- 6 可動側台金
- 7 固定側台金

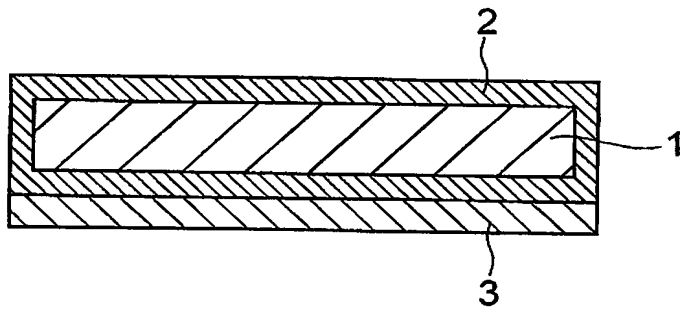
【書類名】

図面

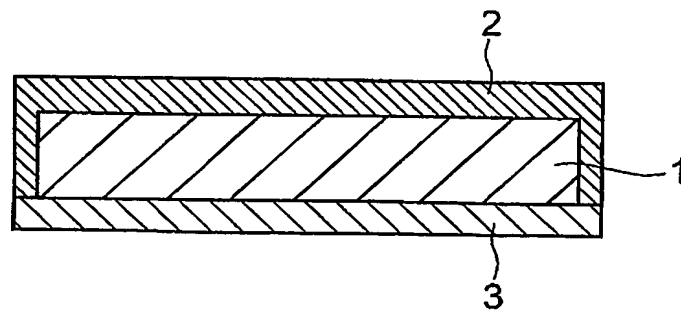
【図 1】



【図 2】

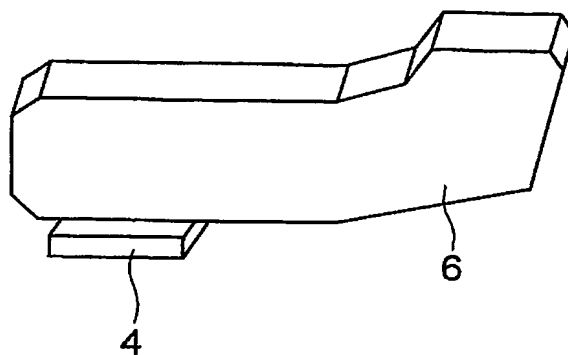


【図 3】

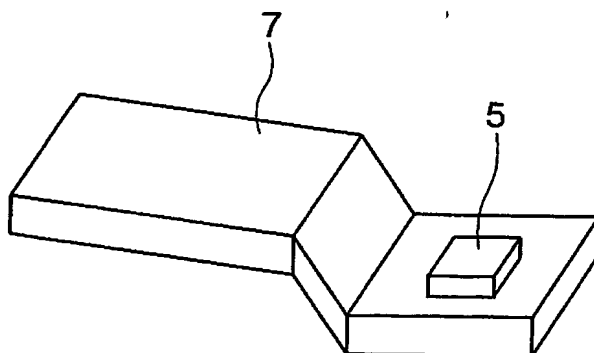


【図 4】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 毒性に問題の無いCdフリーのAg合金からなり、絶縁特性が良く、ロウ付け性や消耗特性の安定性が確保でき、ブレーカーや高負荷な電磁開閉器に適用可能な優れた電気接点を提供する。

【解決手段】 Snを1～9質量%含み、不純物としてのCdが1質量%未満であるAg合金からなり、少なくとも表面における平均硬度がJISに規定されるマイクロビッカース基準で150mHv以上である。好ましくは、平均硬度が150mHv以上の表面層2と、表面層2よりも硬度の低い内部層1とからなり、表面層2の厚みが10μm以上である。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 1 9 9 3 8 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 2 1 3 0 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号

氏 名

住友電気工業株式会社